



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 195 10 304 C 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 V 8/20**  
// G08B 13/183

②1 Aktenzeichen: 195 10 304.1-52  
②2 Anmeldetag: 22. 3. 95  
④3 Offenlegungstag: —  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 1. 2. 96

DE 195 10 304 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Leuze electronic GmbH + Co, 73277 Owen, DE

⑦2 Erfinder:  
Pribsch, Hans-Dieter, 73266 Bissingen, DE

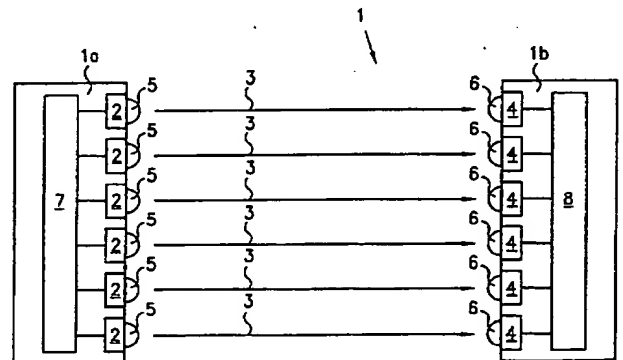
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 39 39 191 C2  
DE 38 40 493 C1  
DE 38 03 033 C2  
DE 42 24 784 A1  
DE 31 19 876 A1

⑤4 Lichtschrankengitter

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Lichtschrankengitter (1) mit mehreren nebeneinanderliegenden Sendeelementen (2) und mehreren nebeneinanderliegenden Empfangselementen (4), die mehrere zusammenarbeitende Paare bilden, die je aus einem Sendeelement (2) und einem Empfangselement (4) bestehen. Das Lichtschrankengitter (1) weist eine Sendersteuerung (7) sowie eine Empfängersteuerung (8) auf, über welche die Paare zeitlich nacheinander zyklisch aktivierbar sind, so daß das Aussenden der Lichtimpulse synchron zum Empfang der Lichtimpulse erfolgt.

Vom ersten Sendeelement (2) werden Lichtimpulse mit einer vorgegebenen Kennung zur Synchronisation der Paare emittiert. Von den restlichen Sendeelementen (2) werden Puls-Lage-modulierte Einzel-Lichtimpulse emittiert, die vorgegebene Bitwerte bzw. Bitfolgen kodieren. Die Bitwerte bzw. die Bitfolgen werden empfangsseitig dekodiert und mit vorgegebenen Sollwerten zur Überprüfung des fehlerfreien Betriebs der Paare verglichen.



DE 195 10 304 C 1

Die Erfindung betrifft ein Lichtschrankengitter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein derartiges Lichtschrankengitter ist aus der DE 39 39 191 C2 bekannt. Die Sendeelemente des Lichtschrankengitters emittieren jeweils eine Folge von Puls-Pausen-modulierten Lichtimpulsen, welche bestimmte Kennungen darstellen. Diese Kennungen sind so gewählt, daß mit Ausnahme eines Sendeelements sämtliche Sendeelemente dieselbe Lichtimpulsfolge aussenden. Vorzugsweise handelt es sich dabei um Doppel-Lichtimpulse. Ein Sendeelement wird zur Synchronisierung verwendet und emittiert eine Folge von vier Impuls-Pause-Folgen. Empfangsseitig wird das Zeitverhalten der Impulse und ihre Anzahl ausgewertet, d. h. innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls muß die gesamte Kennung von einem Empfangselement erkannt werden.

Nachteilig hierbei ist, daß mit einer Ausnahme sämtliche Sendeelemente dieselbe Kennung emittieren. Dies kann zu einem fehlerhaften Empfang führen, wenn beispielsweise die Aktivierung der Empfangselemente nicht synchron zur Aktivierung der Sendeelemente erfolgt.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß zwei in geringem Abstand zueinander angeordnete Lichtschrankengitter sich gegenseitig beeinflussen können, was ebenfalls zu Fehlsignalen führen kann.

Ist beispielsweise der Strahlengang eines ersten Lichtschrankengitters durch ein Objekt unterbrochen, so können Fehlsignale dadurch entstehen, daß Lichtimpulse eines zweiten Lichtschrankengitters beispielsweise durch Spiegelung auf die Empfangselemente des zweiten Lichtschrankengitters treffen.

Schließlich ist von Nachteil, daß von jedem Sendeelement jeweils mehrere Lichtimpulse ausgesendet werden müssen, um eine hinreichend sichere Übertragung zu gewährleisten. Dies führt zu einer relativ hohen Zykluszeit des Lichtschrankengitters.

Die DE 31 19 876 A1 zeigt ein Infrarot-Sendeempfangssystem, das primär für Fernbedienungen geeignet ist. Um mehrere Systeme parallel verwenden zu können, werden die Infrarot-Informationssignale mehrfach verschlüsselt. So werden beispielsweise gleichzeitig eine Puls Codierung in Form eines Code-Wortes und eine weitere Codierung durch Senden dieses Code-Wortes auf einer bestimmten Trägerfrequenz durchgeführt. Zusätzlich kann eine Kennung auch noch durch ein Vorlauf-Codewort oder ein Startbit erreicht werden. Durch diese Codierung wird erreicht, daß ein Empfänger nur auf solche Sender anspricht, die seinem Code entsprechen, dagegen nicht auf Fremdsender.

Derartige Systeme weisen zwar eine hohe Übertragungssicherheit auf, jedoch ist deren Verwendung bei Lichtschrankengittern aufgrund der hohen Zykluszeiten nur sehr beschränkt möglich.

Aus der DE 42 24 784 A1 ist ein Verfahren zum Betrieb von Lichtschranken, Lichtgittern oder Lichtvorhängen bekannt. Innerhalb eines ersten Zeitfensters sendet ein Sender mindestens zwei zeitlich in einem zweiten und mindestens einem dritten Zeitfenster liegende Impulsgruppen codierten Lichts aus. Der Empfänger prüft, ob innerhalb des zweiten und des mindestens dritten Zeitfensters empfangene Impulsgruppen einen gültigen Code aufweisen. Ein störungsfreier Betrieb liegt vor, wenn mindestens eine Impulsgruppe als gültig erkannt wurde.

Die Größe der Zeitfenster ist an die Maximalfrequenz des in der Praxis auftretenden Störlichts angepaßt. Insbesondere ist die Dauer des ersten Zeitfensters so dimensioniert, daß übliche Störquellen innerhalb dieses Zeitfensters nur einen Störimpuls aussenden, so daß wenigstens eine der in dem zweiten und mindestens dritten Zeitfenster emittierten Impulsgruppen störungsfrei empfangen wird.

Bei zyklischer Wiederholung der Sendevorgänge ist es möglich, daß eine harmonische Oberwelle des Störlichts in das zweite und mindestens dritte Zeitfenster fällt und so zu einer Betriebsstörung führt. Um dies weitestgehend auszuschließen sind das zweite und mindestens dritte Zeitfenster asymmetrisch innerhalb des ersten Zeitfensters angeordnet.

Auch dieses System arbeitet mit der Aussendung von codierten Impulsgruppen und weist eine entsprechend hohe Zykluszeit auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Lichtschrankengitter der eingangs genannten Art möglichst sicher bei gleichzeitig geringer Zykluszeit auszubilden.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale des Anspruchs 1 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Ansprüchen 2—10 beschrieben.

Erfindungsgemäß werden von den Sendeelementen Puls-Pausen-modulierte Einzel-Lichtimpulse ausgesendet. Dies bedeutet, daß nach Aktivierung eines bestimmten Sendeelements der Lichtimpuls mit einer vorgebbaren Verzögerungszeit emittiert wird. Im zugehörigen Empfangselement wird der Lichtimpuls mit der entsprechenden Verzögerung registriert. Die Dauer des Lichtimpulses sowie die Verzögerungszeit können sehr kurz gewählt werden, wodurch eine geringe Zykluszeit des Lichtschrankengitters realisiert werden kann.

Die Lichtimpulse werden von den Sendeelementen mit unterschiedlichen Verzögerungszeiten emittiert. Diese unterschiedlichen Verzögerungszeiten werden empfangsseitig registriert und in Bitwerte bzw. Bitfolgen übersetzt. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform werden zwei unterschiedliche Verzögerungszeiten  $t_1$  und  $t_2$  verwendet, die die Bitwerte null und eins kodieren.

Durch die Auswertung der Kennungen der Lichtimpulse der Sendeelemente wird in der Empfängersteuerung für jeden Zyklus ein Bitmuster erzeugt, welches mit einem Sollwert-Bitmuster verglichen wird, wodurch festgestellt werden kann, ob das Lichtschrankengitter fehlerfrei arbeitet.

Das Sollwert-Bitmuster kann beliebig gewählt werden. Somit können unterschiedliche Lichtschrankengitter gleicher Bauart vollkommen verschiedene Sollwert-Bitmuster aufweisen. Auf diese Weise kann eine gegenseitige Beeinflussung verschiedener Lichtschrankengitter mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden.

Die Erfindung wird im nachstehenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Schematische Darstellung eines Lichtschrankengitters

Fig. 2 Blockschaltbild der Sendersteuerung des Lichtschrankengitters

Fig. 3 Blockschaltbild der Empfängersteuerung des Lichtschrankengitters

Fig. 4 Impulsdiagramm der in der Empfängersteuerung registrierten Lichtimpulse.

In Fig. 1 ist ein Lichtschrankengitter 1 schematisch dargestellt. In einer Senderleiste 1a sind mehrere Sendeelemente 2 nebeneinander liegend angeordnet. Die Sen-

deeelemente 2 emittieren Sendelicht 3 in Form von Lichtimpulsen. Desgleichen sind in einer Empfängerleiste 1b mehrere Empfangselemente 4 nebeneinander liegend angeordnet. Jeweils ein gegenüberliegend angeordnetes Sendeelement 2 und Empfangselement 4 bilden ein zusammenarbeitendes Paar. Die Sendeelemente 2 sind vorzugsweise von Leuchtdioden gebildet, denen jeweils eine Sendeoptik 5, die zweckmäßigerweise von einer Linse gebildet ist, zur Fokussierung des Sendelichts 3, nachgeordnet ist. Die Empfangselemente 4 sind von Photodioden gebildet, die jeweils hinter einer Empfangsoptik 6 angeordnet sind. Die Empfangsoptik 6 ist ebenfalls von einer Linse gebildet und konzentriert das Empfangslicht auf das Empfangselement 4.

Die einzelnen Paare von Sende- 2 und Empfangselementen 4 sind über die Sender- 7 und Empfängersteuerung 8 nacheinander zyklisch aktivierbar, so daß die Aussendung von Lichtimpulsen der Sendeelemente 2 synchron zum Empfang der jeweils zugeordneten Empfangselemente 4 erfolgt. Nur das Empfangselement 4 eines Paares bleibt zweckmäßigerweise fortlaufend aktiviert. Dieses Paar wird zur Synchronisation der restlichen Paare eingesetzt.

Erfindungsgemäß wird vom ersten Sendeelement 2 zu Beginn des Zyklus eine Folge von Puls-Pausenmodulierten Lichtimpulsen zur Synchronisation der Lichtschrankengitters 1 emittiert. Danach werden nacheinander die restlichen Paare von Sende- 2 und Empfangselementen 4 synchron aktiviert. Dabei senden die Sendeelemente 2 Puls-Lage-modulierte Einzel-Lichtimpulse aus. Diese modulierten Einzel-Lichtimpulse entsprechen bestimmten Bitwerten, die in der Empfängersteuerung 8 dekodiert werden. Die so gewonnene Bitfolge wird in der Empfängersteuerung 8 mit einer Sollwertfolge verglichen, die vor Betrieb des Lichtschrankengitters 1 in die Empfängersteuerung 8 eingegeben wurde. Diese Bitfolge entspricht der Kodierung der emittierten Lichtimpulse. Stimmt die empfangene Bitfolge mit der Sollwert-Bitfolge überein, so arbeitet das Lichtschranken-gitter fehlerfrei.

Das Funktionsprinzip der Sender- 7 bzw. Empfängersteuerung 8 ist in Fig. 2 und Fig. 3 detailliert beschrieben.

Die Sendersteuerung 7 weist einen Oszillator 9 auf, der eine Taktfrequenz vorzugsweise im Hochfrequenzbereich erzeugt. Der Oszillator 9 ist einerseits über Zuleitungen mit Sendertreibern 10, die den Sendeelementen 2 vorgeschaltet sind, verbunden. Dadurch wird eine Hochfrequenzmodulation der einzelnen Lichtimpulse erreicht, wodurch eine erhöhte Störfestigkeit gegen äußere Einflüsse wie Fremdlicht, welches z. B. durch Stroboskoplampen oder Leuchtstoffröhren erzeugt wird, erreicht wird.

Außerdem ist der Oszillator 9 auf einen Zähler 11 geführt. Einer der Ausgänge des Zählers 11 ist auf ein Schaltwerk 12 geführt. In dem Schaltwerk 12 werden die in Fig. 4 dargestellten Zeitintervalle  $T_0$ ,  $T_4$ ,  $T_3$  und  $T_5$  erzeugt. Die Zeitintervalle  $T_0$  und  $T_4$  werden in eine erste Logikeinheit 13 eingelesen, deren Ausgang auf den Sendertreiber 10 des ersten Sendeelements 2 geführt ist. Die Zeitintervalle  $T_3$  und  $T_5$  werden in weitere Logikeinheiten 13 eingelesen, deren Ausgänge auf die Sendertreiber 10 der restlichen Sendeelemente 2 geführt sind. Über einen Schnittstellenbaustein 14 wird eine Kodierung in die weiteren Logikeinheiten 13 eingelesen, die im vorliegenden Beispiel aus der Bitfolge 01101 besteht.

Der Zähler 11 ist zudem auf einen Eingang eines Decoders 15 geführt, dessen Ausgänge zur Aktivierung der

Sendeelemente 2 auf die einzelnen Sendertreiber 10 geführt sind.

Vorteilhafterweise sind der Zähler 11, das Schaltwerk 12, der Decoder 15 und die Logikeinheiten 13 in einem Mikrocomputer integriert. Die Logikeinheiten 13 und das Schaltwerk 12 können in diesem Fall aus Software-Modulen bestehen. Der Schnittstellenbaustein 14 ist in diesem Fall von Eingängen des Mikrocomputers gebildet.

Die Empfängersteuerung 8 weist einen Multiplexer 16 auf, auf dessen Eingänge die Empfangselemente 4 geführt sind. Der Multiplexer 16 ist mit einem Schaltwerk 17 verbunden. Das Schaltwerk 17 ist vorzugsweise von einem Mikrocomputer gebildet. Das Schaltwerk 17 weist einen Schnittstellenbaustein 18 zur Vergabe einer Kodierung auf. Die Kodierung entspricht der in der Sendersteuerung 7 eingespeicherten Kodierung. Ein Oszillator 19, der identisch mit dem Oszillator 9 der Sendersteuerung 7 ist, ist auf einen weiteren Eingang des Schaltwerks 17 geführt. Ein Ausgang des Multiplexers 16 ist auf einen Verstärker 20 geführt, der über einen Demodulator 21 und einen Impulsformer 22 auf das Schaltwerk 17 geführt ist. Ein weiterer Ausgang ist auf einen weiteren Schnittstellenbaustein 23 geführt, der beispielsweise als Relais ausgebildet sein kann.

Die Wirkungsweise der Sender- 7 und Empfängersteuerung 8 ist insbesondere aus Fig. 4 ersichtlich. Dort ist das Impulsdigramm der in der Empfängersteuerung 8 registrierten Lichtimpulse dargestellt. Die zeitliche Folge der auf die Empfangselemente 4 auftreffenden Lichtimpulse entspricht der zeitlichen Folge der von den Sendeelementen 2 emittierten Lichtimpulse, so daß insoweit Fig. 4 auch das Zeitverhalten der Sendeelemente 2 beschreibt.

In Fig. 4 ist ein Zyklus dargestellt, in dem jedes der Sendeelemente 2 einmal aktiviert wird. Die Sendeelemente 2 werden nacheinander jeweils für das Zeitintervall  $T_F$  über den Decoder 15 aktiviert. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel beträgt  $T_F = 8T$ , wobei  $T$  die Pulsdauer des vom Zähler 11 vorgegebenen Taktes ist.

Das erste Sendeelement 2 sendet zur Synchronisation der Empfangselemente 4 innerhalb  $T_F$  zwei Einzel-Lichtimpulse aus. Hierzu werden aus dem Schaltwerk 12 die Zeiten  $T_0$  und  $T_4$  über die Logikeinheit 13 in den Sendertreiber 10 eingelesen.  $T_0$  und  $T_4$  entsprechen den Zeitintervallen zwischen Aktivierung des ersten Sendeelements 2 und Aussendung des ersten bzw. zweiten Lichtimpulses. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist  $T_0 = 0$  und  $T_4 = 4T$ .

Anschließend senden die restlichen Sendeelemente 2 nacheinander während der Zeitintervalle  $T_F$ , innerhalb derer sie aktiviert sind, Puls-Lage-modulierte Einzel-Lichtimpulse aus. Die Puls-Lage-Modulation ergibt sich aus der Kodierung, die über den Schnittstellenbaustein 14 in die Logikeinheiten 13 des Mikrocomputers eingelesen wird. Das Einlesen kann mittels eines Programmiergerätes während einer Einlernphase vor Inbetriebnahme des Lichtschrankengitters 1 erfolgen.

Im vorliegenden Beispiel besteht die Kodierung in der Vorgabe eines Bitwerts (null oder eins) für jedes Sendeelement 2. Je nachdem, ob der Bitwert null oder eins beträgt, wird in den einzelnen Logikeinheiten 13 eine Verzögerungszeit  $t_1 = T_3$  oder  $t_2 = T_5$  ausgewählt, wobei im vorliegenden Ausführungsbeispiel  $T_3 = 3T$  und  $T_5 = 5T$  gewählt ist. Mit diesen Verzögerungszeiten werden die einzelnen Lichtimpulse nach Aktivierung der jeweiligen Sendeelemente 2 emittiert. Somit wird durch die Vorgabe der Kodierung am Schnittstel-

lenbaustein 14 eine Aussendung von Puls-Lage-modulierten Einzel-Lichtimpulsen durch die Sendeelemente 2 (Nr. 2—6 in Fig. 4) erzielt.

Die Sendertreiber 10 bestehen dabei im wesentlichen aus UND Gliedern. Nur wenn die Aktivierung durch den Decoder 15 gegeben ist, wird nach der jeweiligen Verzögerungszeit  $t_1$  oder  $t_2$  ein Lichtimpuls freigegeben, der mit der Trägerfrequenz moduliert wird.

Die auf die Empfangselemente 4 auftreffenden Lichtimpulse werden im Multiplexer 16 in eine serielle Signalfolge gewandelt und seriell ausgewertet (Fig. 4 letzte Zeile). Im Verstärker 20 werden die Empfangssignale verstärkt und anschließend im Demodulator 21 demoduliert. Um Signalverzerrungen zu eliminieren werden die Empfangssignale im Impulsformer 22 in Rechtecksignale gewandelt.

Die beiden vom ersten Sendeelement 2 empfangenen Lichtimpulse werden zur Synchronisation verwendet. Zweckmäßigerweise bleibt das erste Empfangselement 4 während der gesamten Zyklus aktiviert. Sobald die Pulsflanke des ersten Lichtimpulses registriert wird, wird im Schaltwerk 17 ein Zeitrahmenzähler auf 0 gesetzt und gestartet. Wird innerhalb  $T_F$  die Pulsflanke des zweiten Lichtimpulses zum Zeitpunkt  $T_4$  erkannt, so gelten die Synchronisations-Lichtimpulse als erkannt und der Zeitrahmenzähler wird nach Erreichen von  $T_F = 8T$  wieder auf null gesetzt (Fig. 4, erste Zeile).

Das Hochzählen bis zum Zeitpunkt  $T_F$  wird anschließend fortlaufend wiederholt, bis der Zyklus beendet ist. In den darauffolgenden Intervallen  $T_F$  werden die Puls-Pausen-modulierten Lichtimpulse über den Multiplexer 16 in das Schaltwerk 17 eingelesen und dort dekodiert. Hierzu werden die Verzögerungszeiten  $t_1$  bzw.  $t_2$  der einzelnen Lichtimpulse registriert. Dabei wird jeder Verzögerungszeit  $t_1$  der Bitwert 0 und jeder Verzögerungszeit  $t_2$  der Bitwert 1 zugeordnet. Die so erhaltene Bitfolge wird als Code-Wort seriell in ein Register im Schaltwerk 17 eingelesen.

Diese Bitfolge stellt die während eines Zyklus aufgenommenen Istwerte für die registrierte Kennung der Lichtimpulse dar. Diese Istwerte werden mit der über den Schnittstellenbaustein 18 eingelesenen, die Sollwerte bildenden Kodierung verglichen. Das Einlesen der Kodierung als Soll-Codewort über den Schnittstellenbaustein 18 erfolgt auf dieselbe Weise wie bei der Sendersteuerung 7. Ebenso ist die vorgegebene Kodierung dieselbe wie die in die Sendersteuerung 7 eingelesene Kodierung. Stimmen demzufolge die Istwerte mit den Sollwerten bitweise überein, so ist der Betrieb des Lichtschrankengitters 1 fehlerfrei.

Für diesen Fall wird in dem Schaltwerk 17 ein Statusbit auf den Wert eins gesetzt. Im Fehlerfall nimmt das Statusbit den Wert null an.

Ist nach Beendigung des Zyklus der Wert des Statusbits eins, so werden die empfangenen Lichtimpulse als gültige Signale ausgewertet. Nimmt dagegen das Statusbit den Wert null an, so werden die Empfangssignale verworfen und das Lichtschrankengitter 1 von neuem synchronisiert.

Zur Fehlerkontrolle kann des Statusbit über den Schnittstellenbaustein 23, der vorzugsweise von einem Relais gebildet ist, aus gelesen werden.

Bei freiem Strahlengang wird in der Empfängersteuerung 8 das gesamte Soll-Codewort registriert. Tritt jedoch ein Objekt in den Strahlengang, so gelangen nicht mehr alle Lichtimpulse auf das zugehörige Empfangselement 4. Ein Teil der Lichtimpulse wird jedoch noch korrekt empfangen und kann demzufolge ausgewertet

werden. In diesem Fall kann das Soll-Codewort teilweise registriert werden. Die fehlenden Teile beruhen nicht auf einer Störung sondern auf einem Objekteingriff.

In diesem Fall kann dem Statusbit ebenfalls der Wert eins zugeordnet werden, da sämtliche Lichtimpulse, die empfangen wurden, fehlerfrei sind. Eine Fehlermeldung erfolgt in diesem Fall nur dann, wenn innerhalb eines Zeitintervalls  $T_F$  von einem Empfangselement 4 Lichtimpulse empfangen werden, die von der Sollwert-Kodierung abweichen.

#### Patentansprüche

1. Lichtschrankengitter mit mehreren nebeneinander liegenden Sendeelementen und mehreren nebeneinander liegenden Empfangselementen, die mehrere zusammenarbeitende Paare bilden, die je aus einem Sendeelement und einem Empfangselement bestehen, und mit einer Sendersteuerung sowie einer Empfängersteuerung, über welche die Paare zeitlich nacheinander in einem Zyklus aktivierbar sind zum Aussenden und hierzu synchronen Empfang von mit einer Kennung versehenen Lichtimpulsen, wobei vom ersten Sendeelement Lichtimpulse mit einer vorgegebenen Kennung zur Synchronisation der Paare emittiert und die von den Empfangselementen erzeugten Empfangssignale mit vorgegebenen Sollwerten zur Überprüfung des fehlerfreien Betriebs der Paare verglichen werden, dadurch gekennzeichnet, daß jedes restliche Sendeelement (2) pro Zyklus lediglich einen Puls-Lage-modulierten Einzel-Lichtimpuls emittiert und daß die Einzel-Lichtimpulse vorgegebene Bitwerte bzw. Bitfolgen kodieren, welche empfangsseitig dekodiert werden.

2. Lichtschrankengitter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die während eines Zyklus mit den Einzel-Lichtimpulsen übertragenen Bitwerte bzw. Bitfolgen in ein Register in der Empfängersteuerung (8) seriell eingelesen werden und zu einem Codewort zusammengefügt werden, welches anschließend mit einem in der Empfängersteuerung (8) gespeicherten Soll-Codewort verglichen wird.

3. Lichtschrankengitter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Sendeelement (2) zu Beginn eines Zyklus zur Synchronisation der Paare innerhalb eines Zeitfensters  $T_F$  eine Folge von zwei Puls-Pausen-modulierten Lichtimpulsen aussendet.

4. Lichtschrankengitter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Empfangselement (4) während des gesamten Zyklus aktiviert bleibt.

5. Lichtschrankengitter nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß nach erfolgter Synchronisation die restlichen Paare nacheinander jeweils für ein bzw. das Zeitfenster  $T_F$  aktiviert werden, und daß innerhalb dieser Zeitfenster von den Sendeelementen (2) die Puls-Lage-modulierten Einzel-Lichtimpulse mit verschiedenen Verzögerungszeiten  $t_1$  bzw.  $t_2$  emittiert werden, welche die Bitwerte null bzw. eins kodieren.

6. Lichtschrankengitter nach einem der Ansprüche 1—5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzel-Lichtimpulse mit einer Trägerfrequenz moduliert sind.

7. Lichtschrankengitter nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Vergleich der durch die Einzel-Lichtimpulse über die

die Empfangssignale erzeugten, die Istwerte bildenden Kennungen mit den Sollwerten ein Statusbit auf den Wert eins gesetzt wird, falls sämtliche Bits der Istwerte mit den Sollwerten übereinstimmen, und daß ansonsten das Statusbit den Wert null annimmt. 5

8. Lichtschrankengitter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die auf die Empfangselemente (4) auftreffenden Einzel-Lichtimpulse nur dann ausgewertet werden, wenn das Statusbit den Wert eins einnimmt. 10

9. Lichtschrankengitter nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisation wiederholt wird, wenn das Statusbit den Wert null annimmt. 15

10. Lichtschrankengitter nach einem der Ansprüche 7-9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Fehlerkontrolle der Wert des Statusbits über einen Schnittstellenbaustein (23) aus der Empfängersteuerung (8) auslesbar ist. 20

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig.1

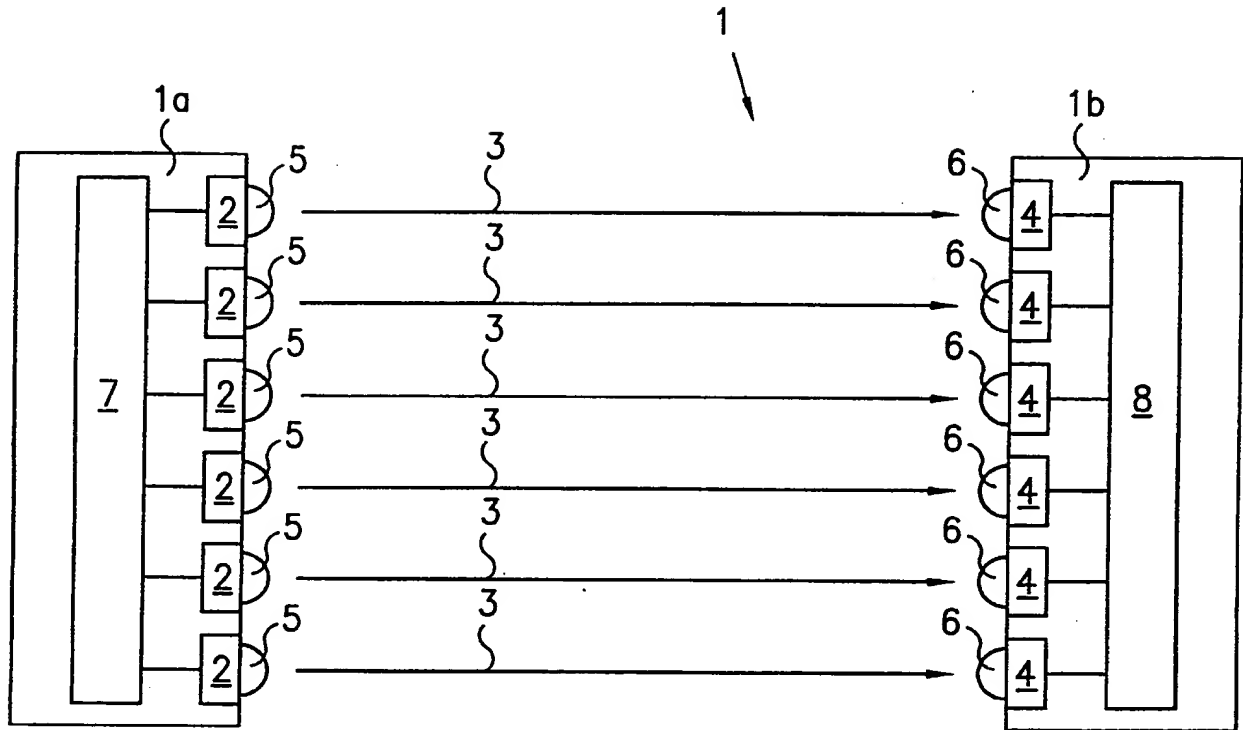


Fig.2

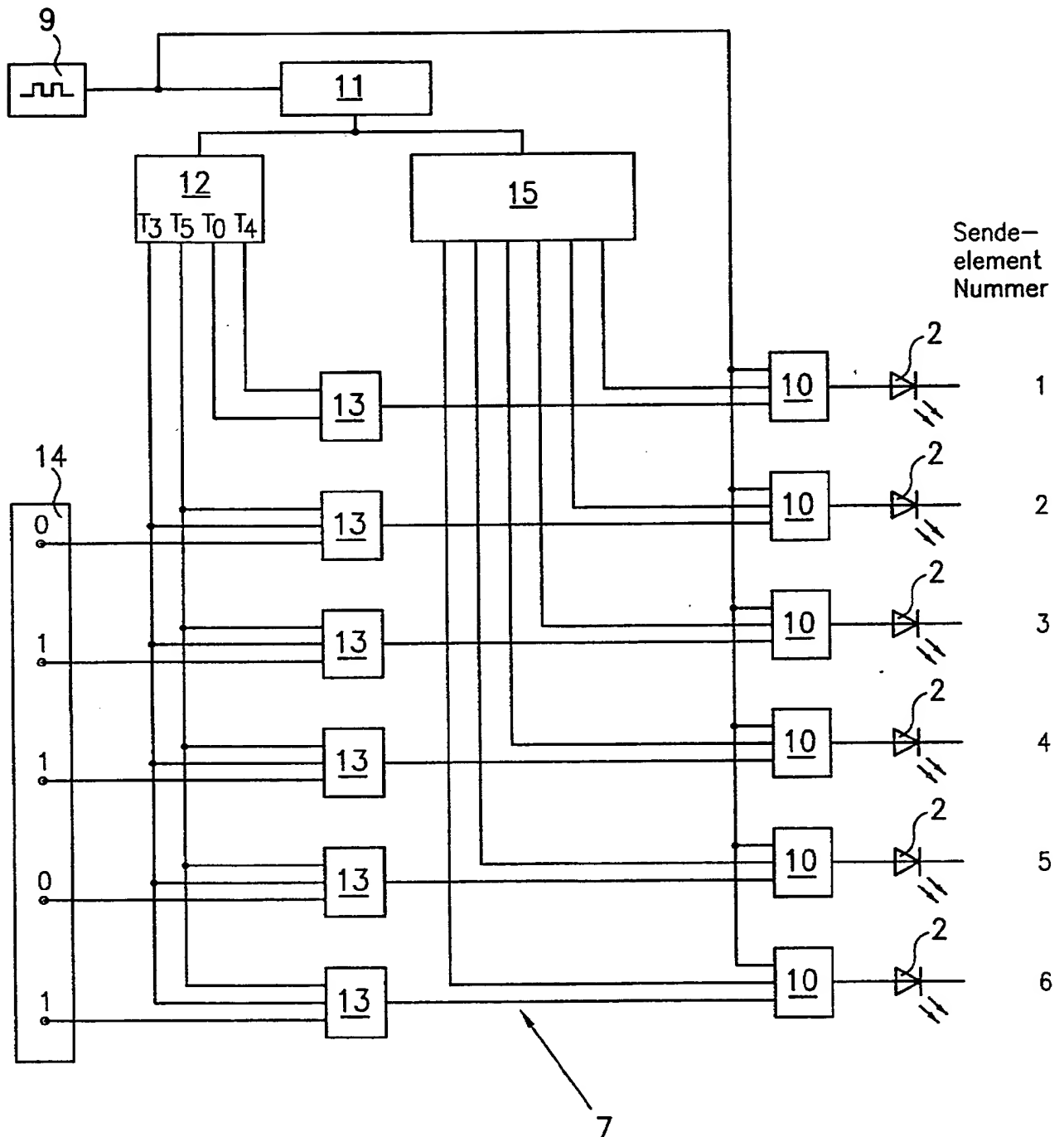




Fig.3

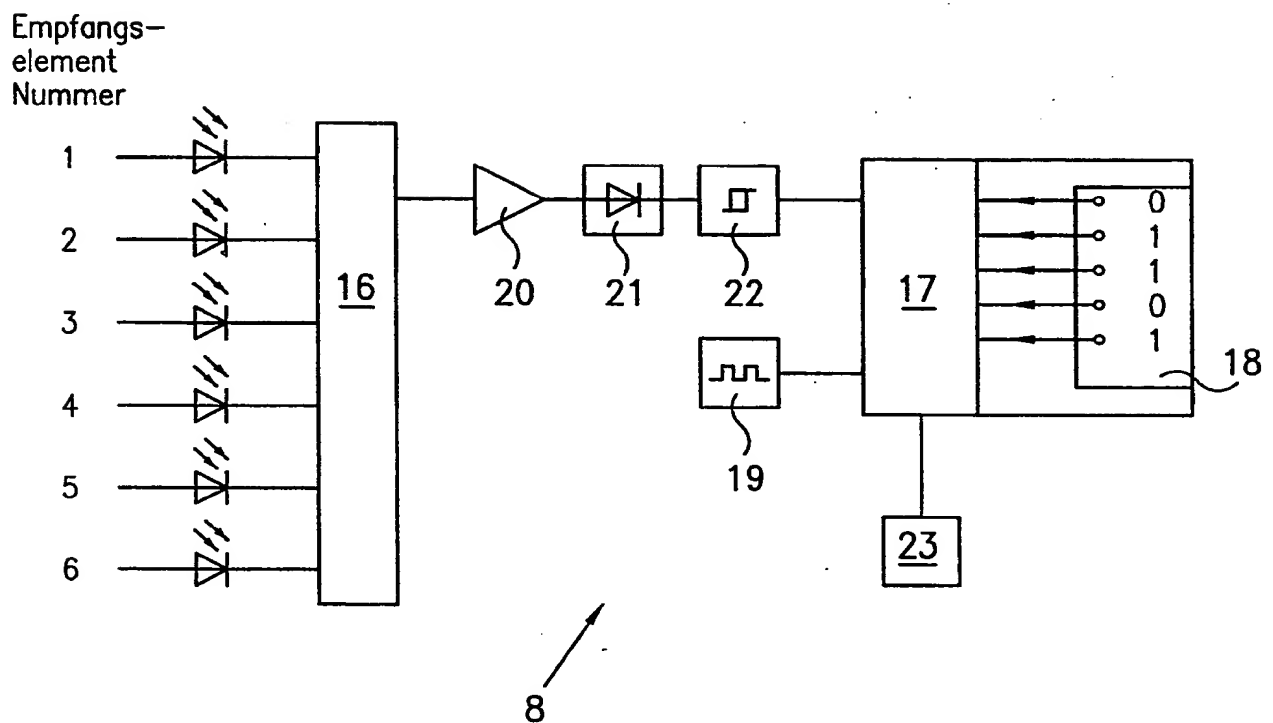


Fig.4

